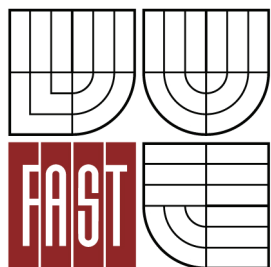




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE PŘÍSTAVBY PROVOZNÍHO OBJEKTU

LOAD BEARING STRUCTURE OF SERVICE BUILDING ENLARGEMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN POHL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK GIRGLE, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Pohl
Název	Nosná konstrukce přístavby provozního objektu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. František Girgle, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Základní stavební výkresy zpracovávaného objektu: půdorysy, řezy, geotechnické poměry, apod.

Platné návrhové normy a technické předpisy:

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí;

ČSN EN 1991-1-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí;

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

ČSN EN 206: Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.

Další literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Zásady pro vypracování

Pro zadaný objekt proveďte statický návrh vybraných částí konstrukce. Řešení proveďte pomocí dostupného MKP programu. Dále proveďte kontrolu výsledků pomocí vhodné zjednodušené ruční metody. Práce bude obsahovat dimenzování vybrané části konstrukce (dle zadání vedoucího), výkres tvaru a výztuže dimenzované části. Ostatní činnosti a případná zjednodušení zadané konstrukce provádějte v souladu s pokyny vedoucího bakalářské práce. Práce bude zpracována v rozsahu vědomostí, které odpovídají znalostem posluchače bakalářského studijního programu.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady, studie

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. František Girgle, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá statickým řešením a porovnáním tří variant železobetonové stropní desky přístavby provozního objektu. Konstrukce je navržena a posouzena na mezní stav únosnosti v souladu s ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Klíčová slova

Lokálně podepřená stropní deska, vylehčená deska, deska se žebry, výztuž, mezní stav únosnosti

Abstract

The Bachelor thesis deals with structural solution and comparing of the three variants reinforced concrete slab structure of service building enlargement. The structure is designed and assessed for ultimate limit state in accordance with ČSN EN 1992-1-1: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Keywords

Locally supported slab, lightened slab, slab with ribs, armature, ultimate limit state

Bibliografická citace VŠKP

Martin Pohl *Nosná konstrukce přístavby provozního objektu*. Brno, 2016. 24 s., 163 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. František Girgle, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2016

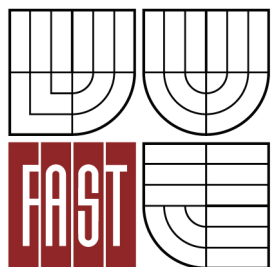
.....
podpis autora
Martin Pohl

Poděkování:

Tímto chci poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Františku Girglemu, Ph.D. za čas, který mi věnoval při konzultacích, za ochotu zodpovídat mé veškeré dotazy a za poskytnutí mnoha odborných rad a zkušeností. Dále bych chtěl poděkovat rodině za podporu během studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ KONSTRUKCE PŘÍSTAVBY PROVOZNÍHO OBJEKTU

LOAD BEARING STRUCTURE OF SERVICE BUILDING ENLARGEMENT

A) PRŮVODNÍ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN POHL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK GIRGLE, Ph.D.

BRNO 2016

Obsah

1	ÚVOD.....	2
2	POPIS KONSTRUKCE.....	2
2.1	<i>Svislé konstrukce</i>	2
2.2	<i>Vodorovné konstrukce</i>	2
3	POUŽITÉ MATERIÁLY	3
4	ZATÍŽENÍ.....	3
5	KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	5
6	DIMENZOVÁNÍ KONSTRUKCE	6
7	VARIANTY DESEK	6
7.1	Deska plná D1	6
7.1.1	<i>Objemová spotřeba betonu.....</i>	6
7.1.2	<i>Lineární průhyb konstrukce.....</i>	7
7.2	Kazetová deska D2	7
7.2.1	<i>Objemová spotřeba betonu.....</i>	9
7.2.2	<i>Lineární průhyb konstrukce.....</i>	9
7.3	Vylehčená deska D3	10
7.3.1	<i>Objemová spotřeba betonu.....</i>	11
7.3.2	<i>Lineární průhyb konstrukce.....</i>	11
8	POROVNÁNÍ VARIANT	12
9	ZÁVĚR.....	13

1 ÚVOD

Cílem bakalářské práce je návrh a posouzení nosné konstrukce objektu s atypickým půdorysem dle I. MS, která bude sloužit k výstavě a prodeji automobilů. Jedná se o návrh lokálně podepřené stropní desky. Stropní deska je zpracována ve třech variantách jako deska plná, deska kazetová a deska s vylehčovacími otvory. Pro první dvě varianty je zpracován návrh ohybové výztuže v deskové konstrukci. U třetí varianty je zpracován návrh včetně výkresu tvaru a výkresů horní a spodní výztuže v desce. Po dohodě s vedoucím nebyl požadován výkres žebra T1. V závěru práce je pak porovnávána objemová spotřeba betonu jednotlivých variant.

Zadaná konstrukce je umístěna v lokalitě Brno – Žabovřesky. Objekt je navržen jako přístavba, která svou nejdelší stranou sousedí se stávající budovou autosalonu, od které je oddělen dilatační spárou. Půdorysné rozměry přistavovaného objektu včetně obvodového pláště jsou 33,25 m; 22,245 m; 2,14 m; 39,84 m.

2 POPIS KONSTRUKCE

2.1 SVISLÉ KONSTRUKCE

Konstrukce je tvořena nosnými kruhovými železobetonovými sloupy průměru 450 mm a železobetonovou stěnou tl. 400 mm, délky 4250 mm. Výšky sloupů jsou 8,45 m od hlavy sloupu k pracovní spáře v úrovni základové konstrukce. Sloupy č. 1, 11 10 podporující ztužující žebro mají výšku 8,05 m.

Obvodový plášť je řešen jako skleněný s nosnými ocelovými sloupky v osových vzdálenostech volených tak, že rozdělují jednotlivá pole na 6 částí. Sloupky přenáší vlastní tíhu obvodového pláště do základové konstrukce. Atika bude vytvořena vytažením nosných ocelových prvků obvodového pláště nad střešní konstrukci.

2.2 VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Stropní desku tvoří železobetonová deska navržená a posouzená ve třech variantách sloužící zároveň jako nosná konstrukce střešního pláště. Střešní plášť je navržen jako pochůzný vzhledem k možnosti přístupu na střešinu osobám bydlícím v bytech přiléhající budovy. Rovnoběžně s nejdelší stranou přístavby je nad sloupy č. 1, 10 a 11 a stěnou vytvořeno ztužující žebro šířky

450 mm. Celková výška žebra i s deskovou stropní konstrukcí je pro všechny varianty návrhu 800mm.

3 POUŽITÉ MATERIÁLY

BETON C 35/45, XC1

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku

$$f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

$$f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu

$$\gamma_c = 1,5$$

Charakteristická pevnost betonu v tahu (5% kvantil)

$$f_{ctk;0,05} = 2,2 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost betonu v tahu

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

Mezní poměrné přetvoření betonu

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5\%$$

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B 500B

Charakteristická mez kluzu oceli

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu oceli betonu v tlaku

$$f_{cd} = 434,78 \text{ MPa}$$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu

$$\gamma_c = 1,15$$

Modul pružnosti oceli

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^3 \text{ MPa}$$

4 ZATÍŽENÍ

Působící zatížení je dvojího typu a to zatížení stálé a zatížení proměnné. Jako zatížení stálé působí vlastní tíha konstrukce, střešní plášť a podhled. Jako zatížení proměnné působí zatížení užitné, zatížení sněhem a zatížení větrem. Užitné zatížení střech se musí zařadit podle jejich přístupnosti do tří kategorií uvedených v tabulce 6. 9. z normy ČSN EN 1991-1-1. Dle této tabulky se posuzovaná konstrukce řadí do kategorie I – střechy přístupné (pochůzné), s užíváním podle kategorie A až D. Střecha bude přístupná pouze pro obyvatele přiléhajících bytů stávající konstrukce, je volena tedy kategorií konstrukce A – plochy pro domácí a obytné činnosti.

Proměnná klimatická zatížení sněhem a větrem odpovídají sněhové a větrové oblasti a pro obě platí zařazení do oblasti II.

S ohledem na různé působení zatížení bylo vytvořeno 24 zatěžovacích stavů:

ZS1 Vlastní tíha

ZS2 Ostatní stálé zatížení (střešní plášť)

ZS3 Zatížení užité plné

ZS4 Zatížení užité ve vnitřním poli

ZS5 Zatížení užité na převisných okrajích

ZS6 Zatížení užité ŠACH 1

ZS7 Zatížení užité ŠACH 2

ZS8 Zatížení užité ŠACH 3

ZS9 Zatížení sněhem – sníh plný nenavátý

ZS10 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěj u přilehlé budovy

ZS11 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěj u atiky 1

ZS12 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěj u atiky 2

ZS13 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěje u všech konstrukcí

ZS14 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěje u obou atik

ZS15 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěje u atiky 1 a u přilehlé budovy

ZS16 Zatížení sněhem – sníh navátý – návěje u atiky 2 a u přilehlé budovy

ZS17 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 1, oblast I sání

ZS18 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 1, oblast I tlak

ZS19 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 2, oblast I sání

ZS20 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 2, oblast I tlak

ZS21 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 1 opačný, oblast I sání

ZS22 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 1 opačný, oblast I tlak

ZS23 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 2 opačný, oblast I sání

ZS24 Zatížení větrem – vítr na čelní stěnu 2 opačný, oblast I tlak

5 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace MSÚ (STR) podle ČSN EN 1990

Kombinační rovnice:

$$(6.10a): \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$(6.10b): \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

kde "+" značí kombinovaný s.

Kombinace byly generovány programem Scia 2015.1. Bylo vytvořeno 16 obálkových kombinací. K zabránění kombinace zatěžovacích stavů, které spolu nemohou nastat, (jednotlivé zatížení od větru, sněhu, užitého zatížení) bylo použito zatřídění do jednotlivých skupin zatížení, kde byla zadána možnost vztahu zatížení na „výběrová“. Byly vytvořeny 4 skupiny zatížení. Užité zatížení bylo definováno v programu jako zatížení střeš kategorií H – užité zatížení se nekombinuje se sněhem a větrem. Výpis skupin zatížení a kombinací je uveden v příloze P2.1. statického výpočtu.

Kombinace MSP (STR) podle ČSN EN 1990

Pro MSP je uvažována charakteristická kombinace zatížení vzhledem k tomu, že průhyb byl stanoven programem bez uvažování vlivu dotvarování a smršťování.

Kombinační rovnice:

$$(6.14b): \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitele ψ jsou uvedeny v následující tabulce.

Součinitel psi - budovy				
	Zatížení	Psi0	Psi1	Psi2
1	KategorieA	0,7	0,5	0,3
2	KategorieB	0,7	0,5	0,3
3	KategorieC	0,7	0,7	0,6
4	KategorieD	0,7	0,7	0,6
5	KategorieE	1	0,9	0,8
6	KategorieF	0,7	0,7	0,6
7	KategorieG	0,7	0,5	0,3
8	KategorieH	0,7	0,2	0
9	Snih	0,5	0,2	0
10	Vitr	0,6	0,2	0
11	Teplota	0,6	0,5	0
12	Zatizeni ledem	0,5	0,2	0
13	Voda o promenné hloubce	0,5	0,2	0

Obr. č. 1 Hodnoty součinitele ψ

6 DIMENZOVÁNÍ KONSTRUKCE

Konstrukce je navržena a posouzena dle ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1 – 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby viz. příloha P2 – Statický výpočet.

7 VARIANTY DESEK

7.1 DESKA PLNÁ D1

První zpracovanou variantou je návrh ohybové výztuže u plné železobetonové desky konstantní tl. 400mm. Deska byla zadána do programu jako plošný prvek podporovaný sloupy a železobetonovou stěnou. Rovnoběžně s nejdelší stranou přístavby je nad sloupy č. 1, 10, 11 a stěnou vytvořeno ztužující žebro šířky 450 mm. Celková výška žebra i s deskovou stropní konstrukcí je pro všechny varianty návrhu 800mm.

7.1.1 Objemová spotřeba betonu

Plocha desky je 409,2 m². Objemová hmotnost betonu $\gamma_c = 2500 \text{ kg/m}^3$

Objem desky: $V = 0,4 \cdot 409,2 = 163,68 \text{ m}^3$

Hmotnost desky: $M = 163,68 \cdot 2500 = 409200 \text{ kg} = 409,2 \text{ t}$

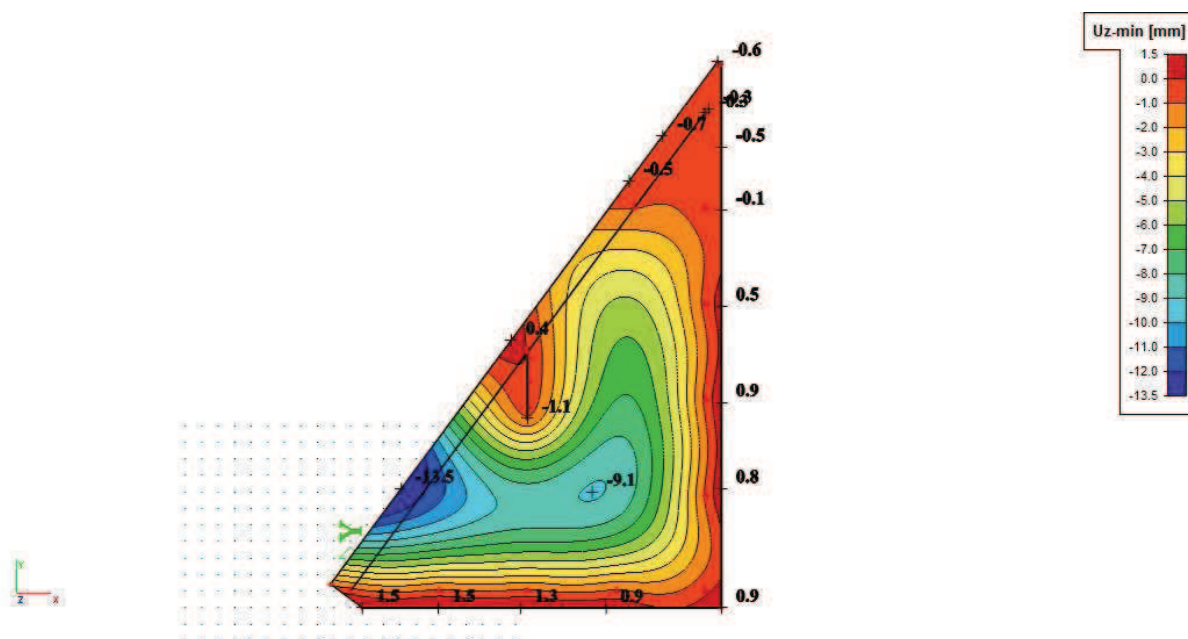
Objem zbytkové části žebra $V = 0,4 \cdot 0,45 \cdot 36,45 = 6,561 \text{ m}^3$

Hmotnost zbytkové části žebra: $M = 6,561 \cdot 2500 = 16403 \text{ kg} = 16,403 \text{ t}$

Celková spotřeba betonu: $V_{celk} = 163,68 + 6,561 = 170,241 \text{ m}^3$

Celková hmotnost betonu: $M_{celk} = 409200 + 16403 = 425603 \text{ kg} = 425,603 \text{ t}$

7.1.2 Lineární průhyb konstrukce



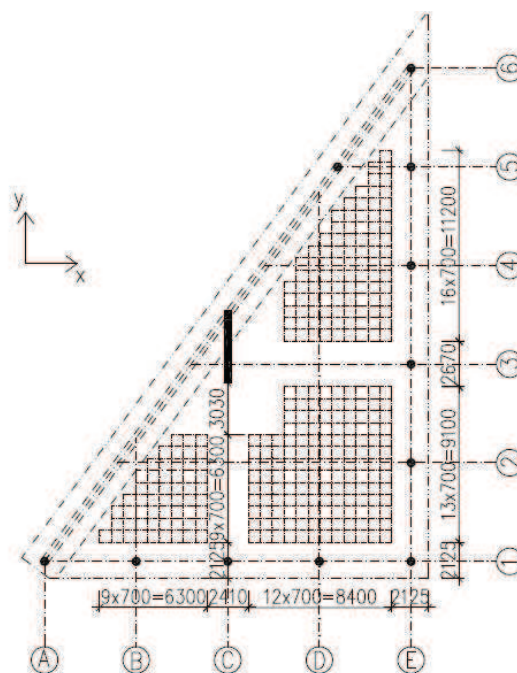
Obr. č. 2 Průhyb plné desky D1

7.2 KAZETOVÁ DESKA D2

Jako druhá varianta stropní konstrukce je vytvořena konstrukce s obousměrnými navzájem kolmými žebry. Pro takové vytvoření konstrukce jsou použity systémové bednicí dílce z recyklovaného plastu UNINOX typ 70/37. Tyto dílce nám umožní vytvořit žebírka desky min. šířky 110 mm vzdálené osově 700 mm a vysoké 370 mm. Nad těmito žebírky bude ŽB deska tl. 80 mm. Celková výška stropní konstrukce je tedy 450 mm. V oblasti, kde nebudou vytvořena žebírka, bude mít stropní deska konstantní tloušťku 450 mm. Rovnoběžně s nejdelší stranou přístavby je nad sloupy č. 1, 10, 11 a stěnou vytvořeno ztužující žebro šířky 450 mm.

TECHNICKÁ CHARAKTERISTIKA PLASTOVÝCH KOPULÍ																		
skupina	TYP	rozměry plastového dílce (cm)									objem m ³ 10 ⁽⁻³⁾	platí pro C _x = C _y (cm)					beton na m ²	
		výška	šířka	délka	otvor dole	otvor nahoru	okraj dílece	okraj dílece	tloušť stěny	rádius		min. š. žebra	osová vzdál.	š. vlož. bedn.	prům. š. žebra			
		h	x	y	a _{x,y}	a _{x,y} '	β _x	β _y	t	R		b _o	c	γ _y	b _m			
		OBJEM m ³ · 10 ⁽⁻³⁾	HMOTNOST kg															
70	70/17	17,5	70	70	58	53	6	6	2	6	53	12	70	-	16	66 + V _e	158 + m _e	
	70/27	27	70	70	58	49	6	6	2	6	75	12	70	-	18	117 + V _e	281 + m _e	
	70/37	37	70	70	59	39	5,5	5,5	2	8	96	11	70	-	23	174 + V _e	417 + m _e	

Obr. č. 3 Tabulka plastových kopulí UNINOX



Obr. č. 4 Schéma osového rozmístění žebírek desky D2

Vylehčení je umístěno do oblastí, kde konstrukce není náchylná k protlačení. Pro zvýšení tuhosti konstrukce je v obou směrech vylehčení vynecháno dle schématu.

Do programu jsou zadány 2 typy desek. Deska bez žebírek s konstantní tloušťkou 450 mm je zadána jako izotropní, kdežto deska s obousměrnými žebírky je zadána jako ortotropní.

Ortotropií se vlastně rozumí pravoúhlá anizotropie, což znamená závislost vlastností veličiny na směru.

Ortotropii rozdělujeme na fyzikální a tvarovou (technickou). Fyzikální ortotropie je dána vlastnostmi materiálu, které mohou být v různých směrech odlišné (např. dřevo). U tvarové ortotropie hraje roli vliv různého průřezu rovinami $x = \text{konstanta}$.

Vstupní údaje ortotropie, které charakterizují jejich fyzikální vlastnosti (ohybová, torzní a smyková tuhost), jsou v programu popsány maticí fyzikálních konstant $D = [D_{IK}]$. Tyto údaje musí být v programu opraveny podle spočítaných hodnot. Hodnoty budou spočítány dle [9]. Dle [9] se u žebrované desky jedná o tvarově ortotropní desku.

Pro matici tuhosti je třeba pro žebrovanou desku spočítat členy matice $D_{11}; D_{22}; D_{33}; D_{44}; D_{55}$. U desky s otevřeným žebrováním se uvažuje člen $D_{12} = 0$ z důvodu malé efektivní hodnoty součinitele μ (součinitel příčné kontrakce). Výpočet hodnot je uveden v příloze P2.

Zatížení od vlastní tíhy u této desky bylo ve vylehčených částech konstrukce zadáno ručně pomocí spočítaných hodnot – viz příloha P2.

7.2.1 Objemová spotřeba betonu

Plocha vylehčené části desky je $145,04 \text{ m}^2$.

Plocha nevylehčené části desky je $264,16 \text{ m}^2$

Objem vylehčené části desky: $V = 0,254 \cdot 145,04 = 36,84 \text{ m}^3$

Objem vylehčené části desky: $V = 0,45 \cdot 264,16 = 118,9 \text{ m}^3$

Hmotnost vylehčené části desky: $M = 36,84 \cdot 2500 = 92100 \text{ kg} = 92,1 \text{ t}$

Hmotnost nevylehčené části desky: $M = 118,9 \cdot 2500 = 297180 \text{ kg} = 297,18 \text{ t}$

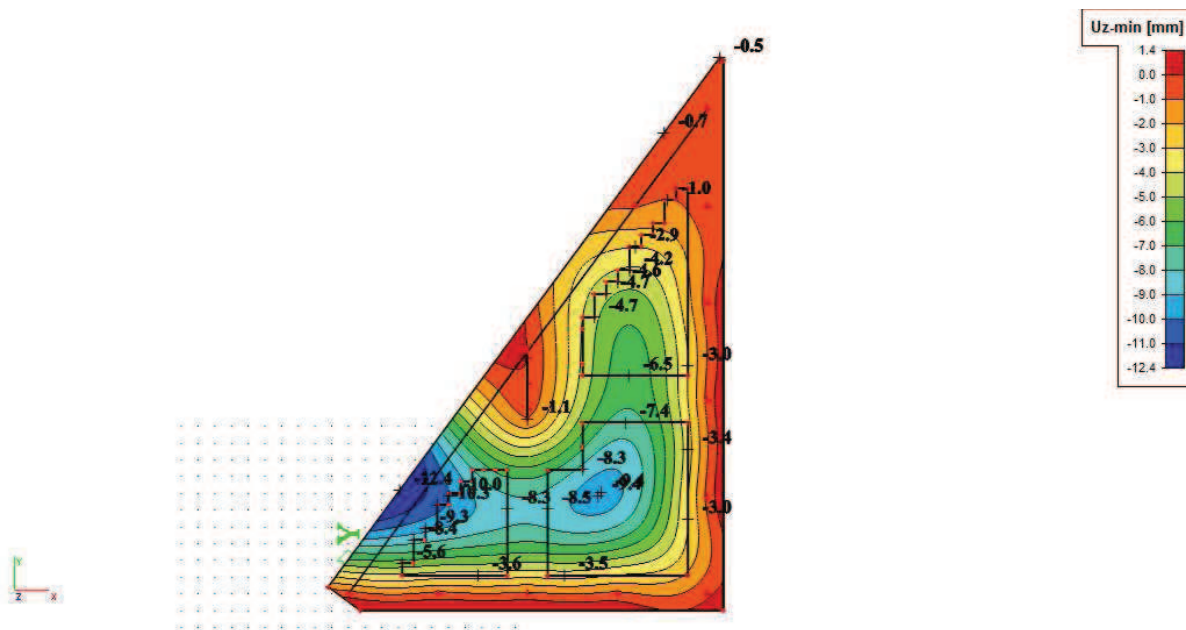
Objem zbytkové části žebra $V = 0,35 \cdot 0,45 \cdot 36,45 = 5,741 \text{ m}^3$

Hmotnost zbytkové části žebra: $M = 5,741 \cdot 2500 = 14352 \text{ kg} = 14,352 \text{ t}$

Celková spotřeba betonu: $V_{celk} = 36,84 + 118,9 + 5,741 = 161,481 \text{ m}^3$

Celková hmotnost betonu: $M_{celk} = 92100 + 297180 + 14352 = 403632 \text{ kg} = 403,632 \text{ t}$

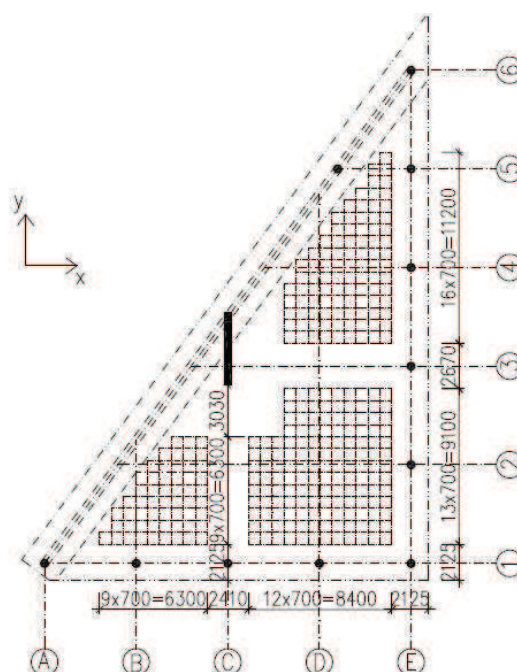
7.2.2 Lineární průhyb konstrukce



Obr. č. 5 Průhyb kazetové desky D2

7.3 VYLEHČENÁ DESKA D3

Deska bude vylehčena pomocí plastových prvků U – BOOT. Budou použity tvarovky výšky 100 mm a 200 mm. Tyto prvky budou opatřeny nožičkami výšky 80 mm, což nám umožní vytvořit spodní desku. Po spojení obou prvků bude vytvořen prvek výšky 300 mm (vylehčení). Nad těmito prvky bude ještě horní deska výšky 80 mm. Celková tloušťka stropní desky je 460 mm. Prvky U – BOOT mají půdorysný rozměr 520 x 520 mm a při osové vzdálenosti 700 mm vzniknou žebírka šířky 180 mm. Rovnoběžně s nejdelší stranou přístavby je nad sloupy č. 1, 10, 11 a stěnou vytvořeno ztužující žebro šířky 450 mm.



Obr. č. 6 Schéma osového rozmístění žebírek desky D3

Vylehčení je umístěno do oblastí, kde konstrukce není náchylná k protlačení. Pro zvýšení tuhosti konstrukce je v obou směrech vylehčení vynecháno dle schématu.

Do programu jsou zadány 2 typy desek. Deska bez žebírek s konstantní tloušťkou 460 mm je zadána jako izotropní, kdežto deska s obousměrnými žebírky je zadána jako ortotropní. Vylehčené desky můžeme počítat jako tvarově ortotropní desky s příčnou kontrakcí. Výpočet jednotlivých členů matice tuhosti je uveden v příloze P2.

Zatížení od vlastní tíhy u této desky bylo ve vylehčených částech zadáno ručně pomocí spočítaných hodnot – viz příloha P2.

Deska bude betonována ve dvou částech z důvodu možnosti vyplavání tvarovek U-BOOT. Rozdíl mezi jednotlivými betonážemi bude 1 den.

7.3.1 Objemová spotřeba betonu

Plocha vylehčené části desky je $145,04 \text{ m}^2$.

Plocha nevylehčené části desky je $264,16 \text{ m}^2$

Objem vylehčené části desky: $V = 0,338 \cdot 145,04 = 49,024 \text{ m}^3$

Objem vylehčené části desky: $V = 0,46 \cdot 264,16 = 121,514 \text{ m}^3$

Hmotnost vylehčené části desky: $M = 49,024 \cdot 2500 = 122559 \text{ kg} = 122,559 \text{ t}$

Hmotnost nevylehčené části desky: $M = 121,514 \cdot 2500 = 303784 \text{ kg} = 303,784 \text{ t}$

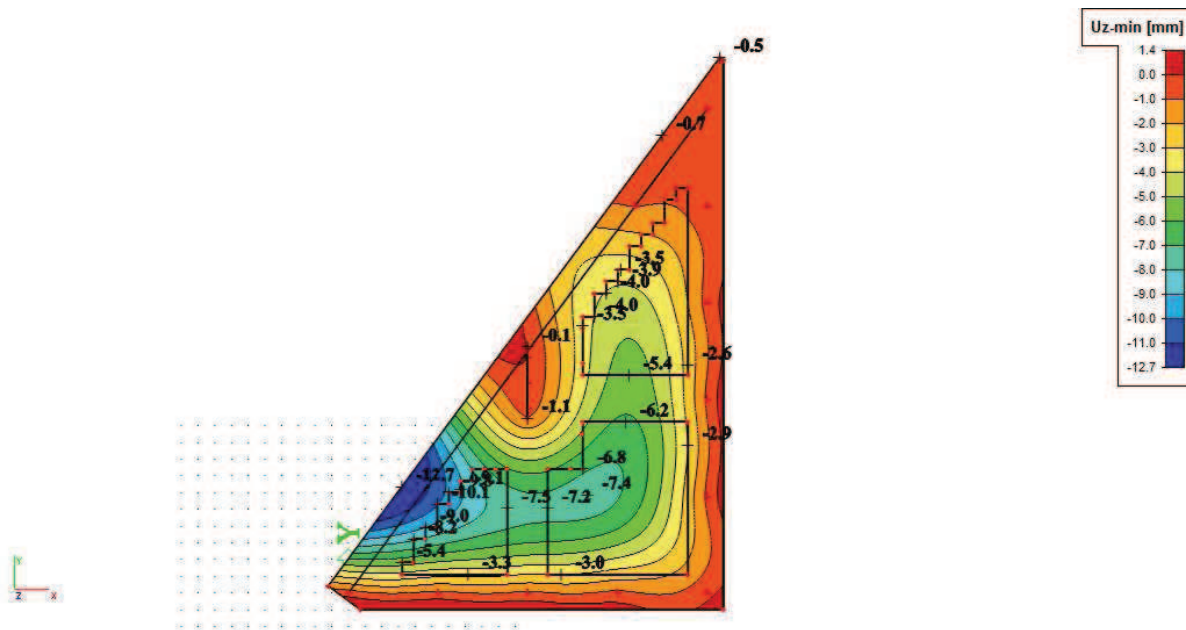
Objem zbytkové části žebra $V = 0,34 \cdot 0,45 \cdot 36,45 = 5,577 \text{ m}^3$

Hmotnost zbytkové části žebra: $M = 5,577 \cdot 2500 = 13942 \text{ kg} = 13,942 \text{ t}$

Celková spotřeba betonu: $V_{celk} = 49,024 + 121,514 + 5,577 = 176,115 \text{ m}^3$

Celková hmotnost betonu: $M_{celk} = 122559 + 303784 + 13942 = 440285 \text{ kg} = 440,285 \text{ t}$

7.3.2 Lineární průhyb konstrukce

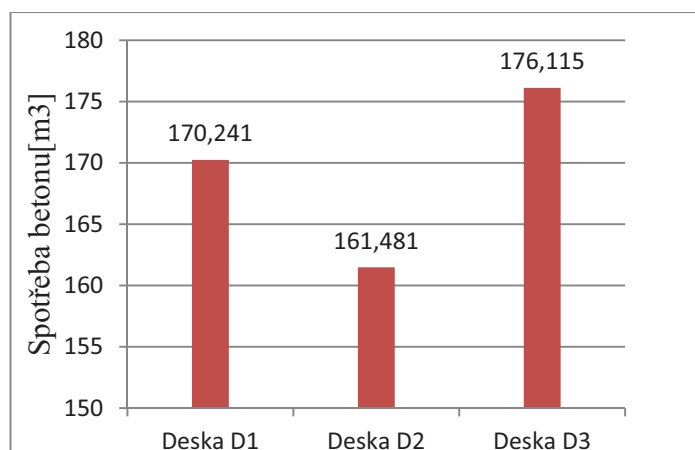


Obr. č. 7 Průhyb vylehčené desky D3

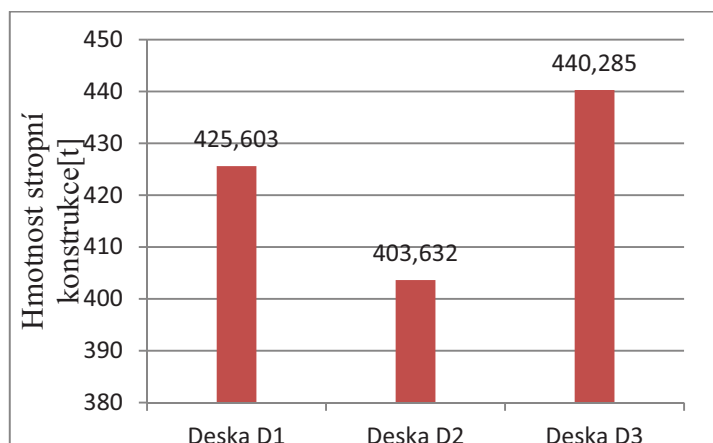
8 POROVNÁNÍ VARIANT

Vzájemně je porovnána spotřeba betonu, hmotnost konstrukce a lineární průhyb v poli v pravé části desky.

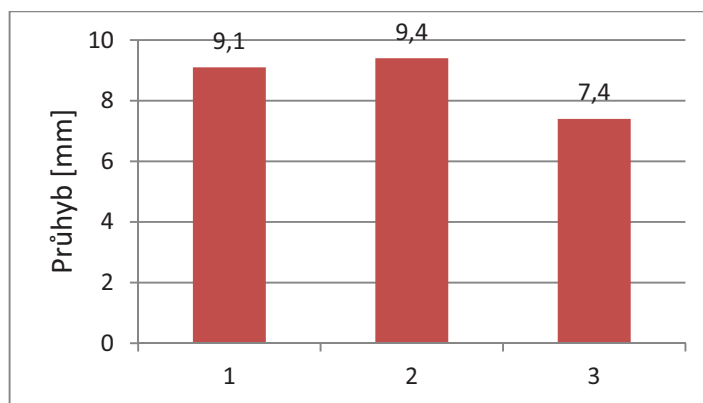
Model desky	Spotřeba betonu [m ³]	Hmotnost konstrukce [t]	Průhyb konstrukce [mm]
Deska D1	170,241	425,603	9,1
Deska D2	161,481	403,632	9,4
Deska D3	176,115	440,285	7,4



Obr. č. 8 Graf porovnání spotřeby betonu



Obr. č. 9 Graf porovnání hmotnosti stropní konstrukce



Obr. č. 10 Graf porovnání průhybu v poli v pravé části desky

9 ZÁVĚR

Z hlediska spotřeby betonu a hmotnosti stropní konstrukce se v mém návrhu jeví jako nejvýhodnější použití železobetonové kazetové desky s prvky bednění UNINOX. Z téhož hlediska se jako druhá nejvýhodnější jeví železobetonová deska plná a nejméně výhodná je deska s vylehčovacími tvarovkami U-BOOT. Je ovšem potřeba zmínit pracnost armování výztuže u kazetové desky, kdy se musí ukládat výztuž do každého žebírka zvlášť, kdežto u zbývajících dvou variant lze vytvořit ve spodní části desky souvislou síť výztuže. Výhodou desky D3 je ovšem nejmenší průhyb ve vylehčené části desky. Rozdíl oproti kazetové desce je 22% a oproti desce plné 19%. Lze tedy říci, že při zmenšení tuhosti konstrukce desky s vylehčovacími tvarovkami by průhyb byl srovnatelný jako u prvních dvou variant. Zmenšení tuhosti „změkčení“ by bylo možné provést změnou výšky desky, zmenšením šířky žebírek, zvětšením podílu ploch vylehčených tvarovkami oproti nevylehčeným částem desky. Tyto možné způsoby by vedly ke snížení spotřeby betonu a snížení i celkové hmotnosti konstrukce.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2003
- [2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004
- [3] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [4] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007
- [5] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [6] ČSN 73 1201. *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010
- [7] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I. Modul CS3, [BL05-CS3]: Betonové konstrukce plošné - část 1*. Brno: Vysoké učení technické, 2005
- [8] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I. Modul CS4, [BL05-CS4]: Betonové konstrukce plošné - část 2*. Brno: Vysoké učení technické, 2004
- [9] KOLÁŘ, Vladimír. *Fyzikální a tvarově ortotropní desky*. Brno: FEM Consulting s.r.o., ©1993
- [10] PROCHÁZKA, J., P. Štěpánek, A. Kohoutková, J. Krátký a J. Vašková. *Navrhování betonových konstrukcí I*, Praha: Česká betonářská společnost ČSSI a ČBS Servis, s.r.o., 2005
- [11] ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*, Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

g_k	- charakteristická hodnota stálého zatížení
q_k	- charakteristická hodnota užitného zatížení
g_d	- nahodilá hodnota stálého zatížení
q_d	- nahodilá hodnota užitného zatížení
h_s	- tloušťka desky
l	- osově rozpětí
V_{ed}	- posouvající síla
f_{yk}	- charakteristická hodnota meze kluzu
f_{yd}	- návrhová hodnota meze kluzu
$f_{ywd,eff}$	- návrhová hodnota meze kluzu smykové výztuže
f_{ck}	- charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{cd}	- návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{ctm}	- střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
ϵ_{cu}	- mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
ϵ_s	- poměrné přetvoření betonářské výztuže
E	- modul pružnosti daného materiálu
k	- ohybová tuhost prvku
c_{nom}	- krytí výztuže vrstvou betonu
A_{st}	- plocha navržené betonářské výztuže
$A_{st,min}$	- minimální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,max}$	- maximální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,req}$	- nutná plocha betonářské výztuže
b	- šířka průřezu
d	- účinná výška průřezu
x	- poloha neutrální osy
z	- rameno vnitřních sil
M_{rd}	- moment na mezi únosnosti
v_{Ed}	- maximální smykové napětí
$v_{Ed,0}$	- omezení smykové odolnosti těsně kolem sloupu
$v_{Rd,c}$	- smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
$v_{Rd,cs}$	- smyková únosnost prvku se smykovou výztuží
ρ	- stupeň vyztužení
γ_c	- dílčí součinitel betonu dle EN 1992-1-1
γ_s	- dílčí součinitel betonářské výztuže dle EN 1992-1-1

SEZNAM PŘÍLOH:

P1	Použité podklady
P2	Statický výpočet
P3	Výkresová část